

50

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl. 2:

G 01 R 15/00

G 01 R 11/17

G 01 R 19/32

G 01 R 21/14

G 01 R 35/00

Auslegeschrift 26 30 958

10

20

20

40

40

Aktenzeichen: P 26 30 958.0-35

Anmeldetag: 7. 7.76

Offenlegungstag: 12. 1.78

Bekanntmachungstag: 27. 7.78

50

Unionspriorität:

20 30 31

50

Bezeichnung:

Fehlerkompensationsverfahren

70

Anmelder:

Heliowatt Werke Elektrizitäts-Gesellschaft mbH, 1000 Be-

70

Erfinder:

Seibt, Artur, Dr.-Ing.; Viaene, Omer; 1000 Berlin

50

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 22 08 732

DE-OS 21 30 634

DE 26 30 958 B 2

ST AVAILARIE COPY

Patentansprüche:

1. Fehlerkompensationsverfahren für Meßgeräte zur Erfassung analoger elektrischer oder in solche umgeformte Größen, insbesondere Meßgeräte, die analoge Größen in digitale Werte umsetzen und deren Meßwerte durch einen Computer, vorzugsweise einen Mikrocomputer, errechnet werden, dadurch gekennzeichnet, daß den Meßgerätecomputern Speicher zugeordnet sind, in die Korrekturwerte sowie Werte von Korrekturkurven der Referenzgrößen und aller der Bauelemente, deren Eigenschaften das Meßergebnis beeinflussen sowie artige und individuelle Temperaturkoeffizienten und Werte von Temperaturverlaufskurven, artige oder individuelle Alterungsraten der Referenzgrößen und Bauelemente gespeichert werden, daß diese Korrekturwerte jeweils unter Einschluß des meßgeräteeigenen Analog-Digital-Wandlers gemessen werden, so daß sie dessen Fehler mitenthalten, daß die Meßgeräte mittels Zeitbasiseinrichtungen die abgelaufene Zeit seit dem Einsatz eines Meßgerätes registrieren und daß alle diese gespeicherten Korrekturwerte bei der Berechnung der endgültigen Meßwerte berücksichtigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Speicher ein nichtflüchtiger elektrisch programmierbarer Speicher (PROM, EaROM, z. B. MNOS) verwendet ist und bei Einsatz eines nichtflüchtigen Speichers mit zeitlich begrenzter Speicherfähigkeit die gespeicherten Daten in ausreichenden zeitlichen Abständen wieder aufgefrischt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitbasen von der Netzfrequenz bzw. einem Quarz oder einem freischwingenden Oszillator abgeleitet sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aktuelle Stand der Zeitbasen bei Ausfall der Stromversorgung in dem nichtflüchtigen Speicher aufbewahrt ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei bekanntem zeitlichen Verlauf der Alterung die für verschiedene Zeitabschnitte gültigen Alterungsraten gespeichert und bei der Berechnung des endgültigen Meßergebnisses unter Beachtung des gegenwärtigen Standes der Zeitbasen berücksichtigt sind.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßgeräte Temperaturfühler enthalten, deren Ausgangssignal über den vorhandenen Analog-Digital-Wandler dem Rechenwerk zugeführt wird und daß bei Vorliegen von Alterungseffekten, die nennenswert vom Temperaturverlauf während des Einsatzes der Meßgeräte beeinflußt werden, der Speicher Daten enthält, die die mathematische Abhängigkeit der Alterung vom Temperatur-Zeitverlauf ausdrücken und die Computer derart programmiert sind, daß sie unter Beachtung des gegenwärtigen Standes der Zeitbasen sowie der Augenblickstemperatur bei der Berechnung des endgültigen Meßergebnisses die bekannte Abhängigkeit berücksichtigen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Computer der Meßgeräte bei Anschluß entsprechender Normalien und Eingabe entsprechender Befehle selbsttätig neue Korrektur-

werte bzw. Kurven ausrechnen und damit die gespeicherten Werte überschreiben.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßgeräte für die automatische Ermittlung und Einspeicherung der Korrekturwerte bzw. Werte von Korrekturkurven eingerichtet sind.

Die Erfindung betrifft ein Fehlerkompensationsverfahren für Meßgeräte zur Erfassung analoger elektrischer oder in solche umgeformte Größen, insbesondere Meßgeräte, die analoge Größen in digitale Werte umsetzen und deren Meßwerte durch einen Computer vorzugsweise einen Mikrocomputer, errechnet werden.

Fehlerkompensationsverfahren für Meßeinrichtungen und Meßgeräte sind bekannt. So zeigt z. B. die DE-OS 22 08 732 ein System der Meß-, Steuer- und Regeltechnik, bei dem größere Störungsbereinflussungen der Meßleitungen bzw. Kabel z. B. durch elektrisch und magnetische Feldbeeinflussungen durch Verriegelungsschaltungen und Störungssignalisierungseinrichtungen festgestellt und zur Vermeidung von Fälschberechnungen dem Rechner nicht zugeführt werden.

Weiterhin zeigt die DE-OS 21 30 634 eine Kompensationseinrichtung für ein Meßgerät, bei dem die durch äußere Änderungsbedingungen, z. B. Verschmutzung und durch innere Einflußgrößen, z. B. Alterung des Meßorgans, eintretenden Abweichungen des Meßergebnisses berücksichtigt werden. Dabei werden jedoch nur das Meßorgan und die ihm unmittelbar zugeordneten Bauelemente berücksichtigt.

Die Meßgenauigkeit von Meßgeräten, wie z. B. Energieverbrauchszählern, Maximumwächtern usw. hängt jedoch im allgemeinen von den Eigenschaften vieler verschiedener Bauteile ab. Die Fehler wirken sich in erster Linie auf die Nullpunktkonstanz und die Eichung, d. h. die Steigung der Umsetzerkennlinie, aus. Es sind zahlreiche Verfahren zur automatischen Nullpunkt- und Eichungskorrektur bekannt, die diese genannten Nachteile vermeiden. Bei einem mit automatischer Nullpunkt- und Eichungskorrektur ausgerüsteten Meßgerät verbleibt der Linearitätsfehler der Umsetzerkennlinie.

In einem jeden solchen Meßgerät bleiben die Referenzgrößen und oft auch analoge Bauelemente außerhalb der Nullungs- und Eichungsregelkreis. Abgesehen davon, daß bei der Prüfung eines solchen Meßgerätes die Istwerte der Referenzgrößen sowie die nicht von der Nullpunkt- und Eichungskorrektur erfaßten Bauelemente mit Hilfe geeigneter Einstellelemente auf die jeweiligen Sollwerte abzulegen sind, verbleiben noch Temperaturabhängigkeit sowie die alterungsbedingten Driften.

Aufgabe der nachstehend beschriebenen Erfindung ist es, Meßgeräte zu schaffen, die keinerlei Abgleichsmaßnahmen mehr enthalten und deshalb keine Abgleichsarbeiten erfordern und bei denen ferner Temperaturabhängigkeit und alterungsbedingte Driften selbsttätig weitgehend kompensiert werden.

Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß den Meßgerätecomputern Speicher zugeordnet sind, in die Korrekturwerte sowie Werte von Korrekturkurven der Referenzgrößen und aller der Bauelemente, deren Eigenschaften das Meßergebnis beeinflussen sowie artige und individuelle Temperaturkoeffizienten und Werte von Temperaturverlauf

kurven, arteigene oder individuelle Alterungsraten der Referenzgrößen und Bauelemente gespeichert werden, daß diese Korrekturwerte jeweils unter Einschluß des meßgeräteeigenen Analog-Digital-Wandlers gemessen werden, so daß sie dessen Fehler mitenthalten, daß die Meßgeräte mittels Zeitbasiseinrichtungen die abgelaufene Zeit seit dem Einsatz eines Meßgerätes registrieren und daß alle diese gespeicherten Korrekturwerte bei der Berechnung der endgültigen Meßwerte berücksichtigt werden.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfahrung enthalten die Meßgeräte einen nichtflüchtigen elektrisch programmierbaren Speicher. Beim Abgleich eines solchen Meßgerätes werden die Abweichungen der nicht von der Nullpunkt- und Eichungskorrektur erfaßten Bauelemente und der Referenzgrößen von ihren jeweiligen Sollwerten ermittelt, und es werden entsprechende Korrekturwerte bzw. aus mehreren Meßpunkten bestehende Korrekturkurven in den Speicher eingeschrieben und jedesmal bei der Berechnung des endgültigen Meßergebnisses berücksichtigt. Auf diese Weise sind jederzeit Nacheichungen möglich. Prüfung und Abspeichern der Korrekturwerte bzw. -kurven erfolgen in kürzester Zeit automatisch.

Zur weitgehenden Kompensation von Temperatur-einflüssen werden entweder generische oder individuelle Temperaturkoeffizienten bzw. Temperaturkurven der nicht von der Nullpunkt- und Eichungskorrektur erfaßten Bauelemente und der Referenzgrößen ermittelt und in den Speicher geschrieben. Ein solches Meßgerät enthält ferner einen Temperaturfühler, dessen Ausgangssignal zweckmäßig über den meist vorhandenen Analog-/Digital-Wandler verarbeitet wird. Bei der Berechnung des endgültigen Meßergebnisses werden nun das Ausgangssignal des Temperaturführers sowie im Speicher enthaltenen Temperaturkoeffizienten bzw. -kurven berücksichtigt.

Die letzte verbleibende Fehlerursache, die Alterung, wird dadurch weitgehend kompensiert, daß generische oder individuelle Alterungsraten der nicht von der Nullpunkt- und Eichungskorrektur erfaßten Bauteile sowie der Referenzgrößen ermittelt und in den Speicher geschrieben werden. Ferner ist eine Zeitbasis vorhanden, die — von einer geeigneten, ausreichend genauen

Frequenz abgeleitet — bei erstmaliger Inbetriebnahme eines solchen Meßgerätes auf Null gestellt wird und deren jeweiliger Stand auch bei Ausfall der Stromversorgung in einem entsprechenden nichtflüchtigen Speicher erhalten bleibt. Bei der Berechnung des endgültigen Meßergebnisses werden der gegenwärtige Stand der Zeitbasis sowie die im Speicher enthaltenen Alterungsraten berücksichtigt. Bei einer späteren Nacheichung sind aus den zu diesem Zeitpunkt gemessenen und den im Speicher vorhandenen Abweichungen der Bauelemente und Referenzgrößen von ihren Sollwerten die tatsächlich erfolgten Alterungseffekte zu ermitteln und entsprechend neue Werte für die Alterungsraten in den Speicher zu schreiben. Wegen des logarithmischen Verlaufs von Alterungsvorgängen wird ein solches Meßgerät somit im Laufe der Zeit immer genauer.

Der vorerwähnte Linearitätsfehler der Umsetzer-Kennlinie eines Analog-Digital-Wandlers in einem solchen Meßgerät läßt sich ebenfalls weitgehend kompensieren, indem eine Meßkurve aus entsprechend vielen Punkten ermittelt und in den Speicher zur späteren Berücksichtigung bei der Berechnung des Meßergebnisses eingeschrieben wird.

Sofern bereits für andere Bauelemente oder Referenzgrößen Korrekturkurven zu speichern waren, läßt sich die Kompensation des Linearitätsfehlers des Analog-/Digital-Wandlers damit kombinieren, indem die Korrekturkurve für das andere Bauelement nicht unmittelbar an diesem selbst aufgenommen wird, sondern indem die Korrekturkurve dieses Bauelements über den Analog-/Digital-Wandler gemessen wird und die Werte an dessen Ausgang abgegriffen werden; eine so erhaltene Korrekturkurve enthält dann auch die Fehler des Analog-/Digital-Wandlers.

Die beschriebene Erfahrung läßt sich besonders vorteilhaft in Meßgeräten einsetzen, die einen Computer verwenden. Sofern der Anwender eines solchen Meßgerätes über geeignete Meßnormalien verfügt, können solche Meßgeräte auch so ausgeführt werden, daß der Anwender nur jeweils die Normalien anzuschließen und dem Meßgerät durch einen geeigneten Befehl mitzuteilen braucht, daß es neue Speicherwerte errechnen und damit die alten überspeichern soll.

DE 26 30 958 B2
2003P11715 DE

Published, examined application 26 30 958

Title: Error compensation method

Applicant: Heliowatt Werke Elektrizitäts-Gesellschaft mbH,
1000 Be

Inventor: Seibt, Artur, Dr.-Ing.; Viaene, Omer; 1000
Berlin

MEASURING INSTRUMENTS

Patent number: DE2630958

Publication date: 1978-01-12

Inventor: SEIBT ARTUR DR ING; VIAENE OMER

Applicant: HELIOWATT WERKE

Classification:

- **international:** **G01R15/00; G01R19/32; G01R15/00; G01R19/32;**
(IPC1-7): G01R15/00; G01R11/17; G01R19/32;
G01R21/14; G01R35/00

- **european:** G01R15/00C; G01R19/32

Application number: DE19762630958 19760707

Priority number(s): DE19762630958 19760707

Also published as:

 NL7704952 (A)

 LU77695 (A)

 GB1532362 (A)

 FR2357905 (A1)

 CH624773 (A5)

[more >>](#)

[Report a data error](#) [he](#)

Abstract not available for DE2630958

Abstract of corresponding document: **GB1532362**

For electronic measuring instruments, the measuring mechanism of which exhibits a computer with a memory, an analog/digital converter, a temperature sensor and a time base device, an error compensation method is proposed which also uses the existing computer and memory. For this purpose correction values of all components which can influence the measurement result, and of the reference quantities are recorded. In addition, temperature coefficients and aging-related change values of the reference quantities and components with respect to the time since the device was first used are detected and stored. All these values are taken into consideration by the computer in the calculation of the final measurement result. In this process, the correction values for the components and reference quantities are determined with the inclusion of all assemblies of the measuring instrument so that their errors are also taken into consideration.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

Patent claims:

1. An error compensation method for measuring devices for sensing analog electrical variables or variables which have been converted to analog electrical variables, in particular measuring devices which convert analog variables to digital values and whose measured values are calculated by a computer, preferably a microcomputer, characterized in that memories are assigned to the measuring device computers, in which memories there are stored correction values and values for correction curves of the reference variables and all of the components whose properties influence the measurement result, as well as type-specific and individual temperature coefficients and values for temperature profile curves, type-specific or individual ageing rates of the reference variables and components, in that these correction values are in each case measured with the inclusion of the measuring device-specific analog-to-digital converter such that they also contain its errors, in that the measuring devices register the time elapsed since the use of a measuring device by means of time-base devices, and in that all of these stored correction values are taken into account when calculating the final measured values.
2. The method as claimed in claim 1, characterized in that a nonvolatile electrically programmable memory (PROM, EEPROM, for example MNOS) is used as the memory, and, when using a nonvolatile memory with a time-limited memory capacity, the stored data are refreshed at sufficient time intervals.
3. The method as claimed in claim 1, characterized in that the time bases are derived from the system frequency or a quartz crystal or a freely oscillating oscillator.
4. The method as claimed in claim 1, characterized in that the present status of the time bases is saved in the nonvolatile memory in the event of a failure of the power

supply.

5. The method as claimed in claim 1, characterized in that, in the case of the known time ageing profile, the ageing rates valid for various time periods are stored and are taken into consideration when calculating the final measurement result whilst taking into account the present status of the time bases.

6. The method as claimed in claim 1, characterized in that the measuring devices contain temperature sensors, whose output signal is fed to the arithmetic unit via the analog-to-digital converter provided, and in that, in the event of the presence of ageing effects which are notably influenced by the temperature profile during use of the measuring devices, the memory contains data which express the mathematical dependence of the ageing on the temperature/time profile, and the computers are programmed such that they take into consideration the known dependence whilst taking into account the present status of the time bases and the instantaneous temperature when calculating the final measurement result.

7. The method as claimed in claim 1, characterized in that the computers of the measuring devices automatically calculate new correction values or curves and thus overwrite the stored values on connection of corresponding standard entities and input of corresponding commands.

8. The method as claimed in claim 1, characterized in that the measuring devices are equipped for automatically determining and storing the correction values or values for correction curves.

The invention relates to an error compensation method for measuring devices for sensing analog electrical variables or variables which have been converted to analog electrical variables, in particular measuring devices which convert analog variables to digital values and whose measured values are calculated by a computer, preferably a microcomputer.

Error compensation methods for measuring devices are known. For example, DE-A 22 08 732 describes a system using measurement technology and open-loop and closed-loop control technology, in the case of which relatively large interfering effects on the measuring lines or cables, for example owing to electrical and magnetic field effects, are established by latching circuits and interference signaling devices and are not fed to the computer in order to avoid erroneous calculations.

DE-A 21 30 634 also describes a compensation arrangement for a measuring device, in the case of which discrepancies in the measurement result occurring as a result of external altered conditions, for example contamination, or owing to internal influencing variables, for example ageing of the measurement instrument, are taken into consideration. In this case, however, only the measurement instrument and the components directly associated with it are taken into consideration.

The measurement accuracy of measuring devices, such as energy consumption meters, maximum-demand monitors etc., is generally dependent, however, on the properties of many different components. The errors primarily affect the zero-point constancy and the calibration, i.e. the gradient of the converter characteristic. Numerous methods are known for automatic zero-point and calibration correction which avoid these mentioned disadvantages. In the case of a measuring device equipped with automatic zero-point and calibration correction, the linearity error of the converter characteristic remains.

In each such measuring device, the reference variables and often also analog components remain outside the neutralization and calibration closed-loop control circuits. Despite the fact that the actual values for the reference variables and the components not detected by the zero-point and calibration correction need to be adjusted to the respective desired values with the aid of suitable adjustment elements when testing such a measuring device, temperature dependencies and ageing-dependent drifts still remain.

The object of the invention described below is to provide measuring devices which no longer contain any adjustment elements and therefore do not require any adjustment work, and in the case of which temperature dependencies and ageing-dependent drifts are also automatically largely compensated for.

This object is achieved according to the invention by the fact that memories are assigned to the measuring device computers, in which memories there are stored correction values and values for correction curves of the reference variables and all of the components whose properties influence the measurement result, as well as type-specific and individual temperature coefficients and values for temperature profile curves, type-specific or individual ageing rates of the reference variables and components, the fact that these correction values are in each case measured with the inclusion of the measuring device-specific analog-to-digital converter such that they also contain its errors, the fact that the measuring devices register the time elapsed since the use of a measuring device by means of time-base devices, and the fact that all of these stored correction values are taken into account when calculating the final measured values.

In accordance with one development of the invention, the

measuring devices contain a nonvolatile electrically programmable memory. When adjusting such a measuring device, the discrepancies between the components not detected by the zero-point and calibration correction and the reference variables of their respective desired values are determined, and corresponding correction values or correction curves comprising a plurality of measurement points are written to the memory and taken into consideration each time the final measurement result is calculated. Recalibrations are thus possible at any time. The correction values or curves are tested and stored automatically in a very short period of time.

For continued compensation of temperature influences, either generic or individual temperature coefficients or temperature curves for the components not detected by the zero-point and calibration correction and the reference variables are determined and written to the memory. Such a measuring device also contains a temperature sensor, whose output signal is expediently processed by means of the generally provided analog-to-digital converter. The output signal from the temperature sensor and temperature coefficients or curves contained in the memory are now taken into consideration when calculating the final measurement result.

The last remaining cause of errors, ageing, is largely compensated for by the fact that generic or individual ageing rates of the components not detected by the zero-point and calibration correction and the reference variables are determined and written to the memory. In addition, a time base is provided which - derived from a suitable, sufficiently accurate frequency - is set to zero when such a measuring device is initially brought into operation and whose respective status is maintained in a corresponding nonvolatile memory even when there is failure of the power supply. The present status of the time base and the ageing rates contained in the memory are taken into consideration when calculating the final

measurement result. In the case of subsequent recalibration, it is necessary to determine the ageing effects which have actually taken place from the discrepancies, which are measured at this time and are provided in the memory, between the components and reference variables and their desired values, and to write correspondingly new values for the ageing rates to the memory. Owing to the logarithmic profile of ageing processes, such a measuring device thus becomes ever more accurate over time.

The abovementioned linearity error in the converter characteristic of an analog-to-digital converter in such a measuring device can likewise largely be compensated for by a measurement curve being determined from a corresponding number of points and being written to the memory for the purpose of subsequently being taken into consideration when calculating the measurement result.

If it has already been necessary to store correction curves for other components or reference variables, the compensation of the linearity error of the analog-to-digital converter can thus be combined by the correction curve for the other component not being recorded directly on said component, but by the correction curve of this component being measured via the analog-to-digital converter and the values being tapped off at its output; a correction curve obtained in this manner then also contains the errors of the analog-to-digital converter.

The invention described can be used in a particularly advantageous manner in measuring devices which use a computer. If the user of such a measuring device has suitable standard measurement entities, such measuring devices can also be designed such that the user only needs to connect in each case the standard entities and to inform the measuring device by means of a suitable command that it needs to calculate new memory values and thus overwrite the old ones.